

5. A SZÉNCSOPORT ELEMEI ÉS VEGYÜLETEIK

A SZÉN ÉS A SZILÍCIUM

	Szén		Szilícium
	Gyémánt	Grafit	
Vegyértékelektronok:	$n s^2 p^2$		
Halmazszerkezet:	atomrácsos (szabályos tetraédes)	réteges atomrács (a rétegeken belül 3-3 szigma kötés; delokalizált elektronok); standardállapotban ez a stabilisabb módosulata	gyémántrácsú
Fizikai tulajdonságok:	átlátszó, nagy fénytörőképességű	átlátszatlan, szürkésfekete (ok: delokalizált elektronok)	világos szürke, fémesen csillogó
	igen magas op.	igen magas op. (3727 °C)	a szénénél alacsonyabb, de magas op. (1410 °C)
	igen kemény	puha, a papíron nyomot hagy (a rétegek elcsúszthatók egymás mellett)	igen kemény
	szigetelő	vezető (ok: delokalizált elektronok)	félvezető, a szennyezések (pl. As, B) erősen megnövelik a vezetőképességét
	gyakorlatilag nincs oldószerük		
Kémiai tulajdonságok:	általában nehezebben vihető reakcióba: $C + O_2 = CO_2$ $C + CO_2 \rightleftharpoons 2CO$ $C + H_2O(g) \rightleftharpoons CO + H_2$ (vízgáz, szintézisgáz) magas hőmérsékleten sok elemmel képes egyesülni.	könnyebben reakcióba lép: $C + O_2 = CO_2$ $C + CO_2 \rightleftharpoons 2CO$ $C + H_2O(g) \rightleftharpoons CO + H_2$ (vízgáz, szintézisgáz) magas hőmérsékleten sok elemmel képes egyesülni.	nem túl reakcióképes, de a fluorral, magasabb hőmérsékleten a többi halogénnel, oxigénnel, szénnel is reagál. <i>feltárása:</i> $Si + 2 NaOH + H_2O = Na_2SiO_3 + 2 H_2$
Előfordulás:	olyan területeken, ahol nagy nyomáson (levegőtől elzártan) kialakulhatott az elpusztult élőlények szenesedése során	egyres területeken kristályos állapotban	elemi állapotban nem fordul elő
		nagyobb mennyiségben ún. amorf szenek formájában, mikrokristályokban (l. külön)	vegyületeiben (kvarc, szilikátok) a földkéreg második leggyakoribb eleme
	vegyületeiben (CO ₂ , karbonátok, szerves vegyület)		

	Szén		Szilícium
	Gyémánt	Grafit	
Előállítás:	nagy nyomáson grafitból		kvarcból redukcióval (termitreakció): $\text{SiO}_2 + 2\text{Mg} = 2\text{MgO} + \text{Si}$
Felhasználás:	ékszer, üvegvágás, lemezjátszótű, fúrófejek	elektród, tégely, ceruza, atomreaktorban is	fényelem, tranzistorok, integrált áramkörök, ötvözetek (savállóság)

Amorf szenek

- Tulajdonképpen mikrokristályos grafitnak tekinthetők.
 - *Előállításuk:* széntartalmú anyagok (levegőtől elzárt térben történő) hőbontásával.
 - *Eredetük:*
 - a) *természetes:*
 - különböző szenesedési állapotú szenek (tőzeg, lignit, barna és fekete kőszén).
 - Ezek elemi szénen kívül fontos szerves vegyületeket és egyéb („szennyező”) anyagokat is tartalmaznak.
 - b) *mesterséges:*
 - a természetes szenek száraz desztillációjával képződő *koksz*,
 - a földgáz hőbontásakor képződő *gázkorom*,
 - növényi eredetű pl. a fa száraz lepárlása során képződő *faszén*,
 - állati eredetű pl. a *csontszén*, a *vérszén*, *hússzén*.
- Ezek csaknem tiszta elemi szenek, szerkezetük porózus, lyukacsos, fajlagos felületük nagy (nagy adszorpciós készség).
- *Felhasználásuk:*
 - tüzelőanyag (koksz, faszén),
 - redukáló- és ötvözőanyag (koksz a vasgyártásnál),
 - adszorbens (a legnagyobb fajlagos felületű, un. *aktív szén*).

A SZÉN VEGYÜLETEI

Karbidok	Halogéntartalmúak (molekularácsosak)	Oxigéntartalmú szervesetlen szénvegyületek
<ul style="list-style-type: none"> - <i>sószerű karbidok:</i> pl. CaC_2, Al_4O_3, $\text{CaC}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = \text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{C}_2\text{H}_2$ $\text{Al}_4\text{C}_3 + 12\text{H}_2\text{O} = 4\text{Al}(\text{OH})_3 + 3\text{CH}_4$ (előállítás: szintézissel vagy az adott fém oxidjából és szénből), - <i>kovalens karbidok:</i> <ol style="list-style-type: none"> a) <i>atomrácsosak:</i> pl. bór-karbid b) <i>molekularácsosak:</i> szénhidrogének 	<ul style="list-style-type: none"> - halogénvegyületeik: $\text{CS}_2 + 2\text{Cl}_2 \xrightarrow{\text{kat.}} \text{CCl}_4 + 2\text{S}$ $\text{CH}_4 + 4\text{Cl}_2 \longrightarrow \text{CCl}_4 + 4\text{HCl}$ 	<ul style="list-style-type: none"> oxidok, oxosavak és sóik l. külön

A szén oxigéntartalmú, szervesetlen vegyületei

	Szén-monoxid	Szén-dioxid
Molekula:	$ C \equiv O $ <ul style="list-style-type: none"> – az oxigén a donor a datív kötésben, – $\Delta EN = 1,0$ mégis gyakorlatilag apoláris molekula (a datív kötés csökkenti az oxigén elektronsűrűségét). 	$\langle O = C = O \rangle$ <ul style="list-style-type: none"> – apoláris molekulájú (gyakorlatilag teljesen szimmetrikus)
Fizikai tulajdonságok:	– színtelen, szagtalan gáz	– színtelen, szagtalan, a levegőnél nehezebb gáz
	– nehezen cseppfolyósítható (kis molekulatömeg, gyakorlatilag apoláris)	– könnyen kondenzálható szárazjéggé ($-78\text{ }^{\circ}\text{C}$)
	– vízben gyakorlatilag nem oldódik	– a vízzel kémiai reakcióba lép, így viszonylag jól oldódik (szénsav keletkezik)
Kémiai tulajdonságok:	<ul style="list-style-type: none"> – éghető gáz: $2 CO + O_2 = 2 CO_2$, – sok anyagot képes (magas hőmérsékleten) redukálni: $Fe_2O_3 + 3 CO \rightleftharpoons 2 Fe + 3 CO_2$ $P_2O_5 + 5 CO \rightleftharpoons 2 P + 5 CO_2$ 	<ul style="list-style-type: none"> – az égést általában nem táplálja, de pl. az égő magnézium folytatja benne az égését, mert redukálja a szenet: $2 Mg + CO_2 = C + 2 MgO$
	<ul style="list-style-type: none"> – vízzel nem reagál, de nagy nyomáson, magas hőmérsékleten lúgoldatban oldódik: $CO + NaOH \rightarrow HCOONa$ Na-formiát 	<ul style="list-style-type: none"> – vízzel szénsav képződése közben reakcióba lép: $CO_2 + H_2O \rightleftharpoons H_2CO_3$ (Ennek megfelelően lúgoldatokban karbonátok és hidrogénkarbonátok képződése közben oldódik.)
	– komplexképző sajátosságú (a szén datív kötésre képes: fém-karbonilok, $[Fe(CO)_5]$)	
Élettani hatás:	– súlyos mérgező (a hemoglobinhoz irreverzibilisen kötődik – komplex)	<ul style="list-style-type: none"> – a fotoszintézishez kis koncentrációban nélkülözhetetlen, – nagyobb koncentráció üvegházhatást okozhat (kömlyezetszennyezés!), – a levegőben 10 V/V%-ban már eszméletvesztést okoz
Előfordulás:	– szenek tökéletlen égése során képződik	<ul style="list-style-type: none"> – az élő szervezetek disszimilációs folyamatai termelik, – széntartalmú anyagok eltűzése során is képződik

	Szén-monoxid	Szén-dioxid
Előállítás: a) laboratóriumi:	$\text{HCOOH} \xrightarrow[\text{-H}_2\text{O}]{\text{ccH}_2\text{SO}_4} \text{CO}$ hangyasav (A CO a hangyasav anhidridje)	– karbonátokból savakkal: pl. $\text{CaCO}_3 + 2 \text{HCl} = \text{CaCl}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$ (A CO ₂ a szénsav anhidridje) – szén égetésével
b) ipari	$\text{CH}_4 + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO} + 3\text{H}_2$ $\text{C} + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO} + \text{H}_2$ $\text{C} + \text{CO}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{CO}$	– szén égetésével, – széntartalmú anyagok (szénhidrogének) égetésével, – karbonátok hőbontásával: $\text{CaCO}_3 \rightarrow \text{CaO} + \text{CO}_2$
Felhasználás:	– redukálószer, – egyéb vegyületek előállítása: $\text{CO} + \text{Cl}_2 \rightleftharpoons \text{COCl}_2$ foszgén (harcigáz), – szerves vegyületek szintézisére (műbenzin, metanol, stb.)	– hűtési célokra (szárászjég), – szódagyártás, karbamidgyártás
		H₂CO₃ (szénsav) – dipólusmolekulájú, – csak híg vizes oldatban létezik, – gyenge sav, – bomlékony vegyület: $\text{H}_2\text{CO}_3 \rightleftharpoons \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ – felhasználása: szódavíz, – sói: karbonátok és hidrogénkarbonátok

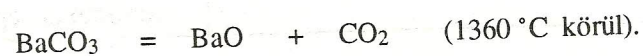
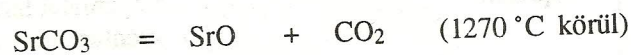
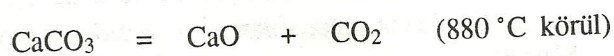
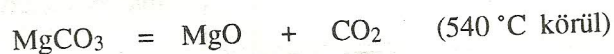
A szénsav sói

a) szabályos sók:

- karbonátok (CO₃²⁻),
- a szénsavnál jóval stabilisabbak,
- az ammónium-karbonát és az alkálifém-karbonátok vízben jól oldódnak, vizes oldatuk – a karbonátionok hidrolízise miatt – lúgos kémhatású:



- a fémion polarizáló hatásától függően a többi fém-karbonát vízben többé-kevésbé rosszul oldódó vegyület („csapadék”): CaCO₃, MgCO₃, stb. Egyes fémek hidroxidjainak és karbonátjainak oldhatósága olyan, hogy a lúgos alkálifém-karbonát-oldatból *bázisos* sóként csapódnak ki: pl. CuCO₃.Cu(OH)₂,
- bomlékonyságuk a fémion polarizáló hatásától függ:



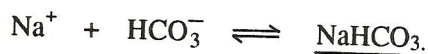
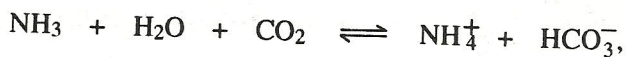
(Az alkálifém-karbonátok termikus stabilitása nagyobb.)

szavanyú sók:

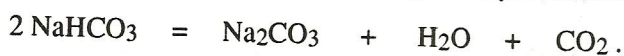
- hidrogénkarbonátok (HCO_3^-).
- Az alkálifém-hidrogénkarbonátok vizes oldata gyengén lúgos kémhatású:



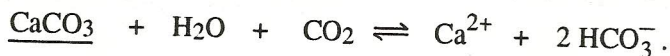
- Bár az alkálifém-hidrogénkarbonátok vízben oldódnak, azonban a NaHCO_3 oldhatósága viszonylag kicsi, így telített NaCl -oldatból, szén-dioxid és (a szénsav protonleadását elősegítő) ammónia egyidejű bevezetésével NaHCO_3 -csapadék választható le (*Solvay-féle szódagyártás*):



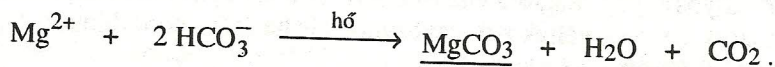
- Az alkálifém-hidrogénkarbonátok már kb. 150°C fölött szabályos karbonátokká alakíthatók:



- Az alkáliföldfém-hidrogénkarbonátok vízdékonysága nagyobb, mint a szabályos karbonátoké. Szén-dioxid hatására a szabályos karbonátok feloldhatók. Ez megy végbe a természetben a mészkőbarlangok képződésekor is:



- Az alkáliföldfém-hidrogénkarbonátok termikus stabilitása még az alkálifém-hidrogénkarbonátokénál is kisebb, így vizes oldatból egyszerű forralással kicsaphatók (ld. cseppkőképződés, teáskannában és kazánokban az ún. vízkő képződése):



Ásványok:

- magnezit (MgCO_3), dolomit ($\text{MgCO}_3 \cdot \text{CaCO}_3$), mészkő vagy márvány (CaCO_3),
- malachit ($\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu(OH)}_2$), vaspát vagy sziderit (FeCO_3), cerusszit (PbCO_3), sziksó (Na_2CO_3).

Felhasználás:

- NaHCO_3 (szódagykarbóna): gyomorsav megkötése, sütőport helyettesítő,
- CaCO_3 (mészkő, márvány): építőipar, mészégetés,
- Na_2CO_3 ill. $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$ (szóda): szappan- és üvegyártás,
- $2\text{PbCO}_3 \cdot \text{Pb(OH)}_2$: fehér festék előállítására,
- $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ (szalalkáli): sütőporként.

A SZILÍCIUM VEGYÜLETEI

szilicidok

oxigéntartalmú vegyületek

- *fémekkel* fémes jellegű, szürkés színű vegyületeket képeznek:
pl. $2 \text{Mg} + \text{Si} = \text{Mg}_2\text{Si}$
(ez a szilícium előállításának mellékterméke is),
- a fém-szilicidok közül a d-mező fémek víz- és savállóak, a kis EN-ű fémek azonban savban oldódó vegyületek:
pl. $\text{Mg}_2\text{Si} + 4\text{HCl} = 2 \text{MgCl}_2 + \text{SiH}_4$,
- *atomrácsos* szilicidok: pl. szilícium-karbid (SiC),
- *molekularácsosak*: pl. SiH_4 (szilán),
 $\text{SiH}_3\text{-SiH}_3$ (diszilán),
- *ill. szilánok* jóval reakcióképesebbek, mint a *szénhidrogének*. Például:
 $\text{SiH}_4 + 2\text{O}_2 = \text{SiO}_2 + 2 \text{H}_2\text{O}$

szilícium-dioxid, kóvasavak, szilikátok
szilikonok l. külön

A szilícium oxigéntartalmú vegyületei:

a) oxidok: SiO_2

- szilícium-dioxid,
- atomrácsos: SiO_4 -tetraéderek a rácsban,
- a SiO_4 -tetraéderek egymáshoz való viszonya alapján három *polimorf módosulata van*: kvarc, tridimit, krisztobalit.
- *kvarc*: színtelen, kristályos anyag, magas olvadáspontú (1700°C), átengedi az ultraibolya sugarakat (kvarc-lámpák üvegeit készítik belőle), váltakozó elektromos tér hatására periodikusan tágul és összehúzódik (pulzál, így ultrahang előállítására alkalmas).
- *kvarcüveg*: a megolvasztott, majd gyorsan lehűtött szilícium-dioxid, igen kicsi hőtágulású (ezért hőálló laboratóriumi edények előállítására alkalmas),
- igen ellenálló, közönséges körülmények között csak a HF-oldat képes reagálni vele:
 $\text{SiO}_2 + 4 \text{HF} = \text{SiF}_4(\text{g}) + 2 \text{H}_2\text{O}$,
 $\text{SiF}_4 + 2 \text{HF} = \text{H}_2 [\text{SiF}_6]$
- magas hőmérsékleten NaOH-dal ill. Na_2CO_3 -tal ömleszthető meg (feltárás):
 $\text{SiO}_2 + 2 \text{NaOH} = \text{Na}_2\text{SiO}_3 + \text{H}_2\text{O}$
 $\text{SiO}_2 + \text{Na}_2\text{CO}_3 = \text{Na}_2\text{SiO}_3 + \text{CO}_2$
- *felhasználás*:
 - kvarclámpák üvegei (kvarcüveg),
 - ultrahang előállítása (kvarc),
 - kvarcórákban,
 - üveggyártás,
 - szilícium előállítás (Mg-mal),
 - ékszerként (szennyezett SiO_2 : opál, jaspis, stb.).

b) oxosavak:

- H_4SiO_4 – ortokóvasav,
- H_2SiO_3 – metakóvasav,
- további vízvesztéssel (l. metafoszforsav 103. old.), különböző térszerkezetű izopolikóvasavak (gyűrűs lánc- és térhálós szerkezetű szilikátok) vezethetők le,
- *előállításuk*: vízdékony szilikátok (pl. Na_2SiO_3) savval történő reakciója során előbb metakóvasav, majd abból a különböző izopolikóvasavak keletkeznek (áttetsző kolloid gél, fehér csapadék).

○ szilikátok: Na_2SiO_3 (vízüveg)

- vízben oldódik, vizes oldata lúgos kémhatású (hidrolízis),
- magasztóként használják.

Természetben előforduló szilikátok különböző szerkezetű (rétegrácsos vagy térhálós vegyületek: pl. csillámok, földpátok, agyag, zeolitok, kaolin).

○ üveg:

SiO_2 (szilíciumüveg) vagy B_2O_3 (bórüveg) mint *hálózatalkotó oxid*, és különböző fém-oxidok, -karbonátok mint *hálózatmódosítók* összeolvasztásával, majd lehűtésével képződő, sajátos szerkezetű, és a hálózatmódosító oxidoktól függő tulajdonságú anyag. A szilikát vagy borát-alapvázat a rács üregeiben a negatív töltésű oxigén- és fluorid-ionokhoz koordinálódó különböző fémionok módosítják. Ezzel különböző hőálló, saválló, stb. üvegek készíthetők létre.

○ szilikonok:

Olyan műanyagok, amelyekben ugyancsak $-\text{Si}-\text{O}-\text{Si}-\text{O}-$ kötések találhatók, de a szilíciumatomokhoz különböző (R) szerves oldalláncok kapcsolódnak. Láncpolimerek vagy térhálósak, így különböző tulajdonságú anyagok jönnek létre. (Szilikonolajok, -zsírok, -gyanták, -gumik, l. 189-190. oldal.)

6. SZERVETLEN KÉMIA A KÖRNYEZETÜNKBEN

A. A TERMÉSZETES VIZEK KEMÉNYSÉGE

Tengervíz:

$w = 3,5-4,0\%$ NaCl-ot tartalmaz

„Édesvíz”:

tartalmaz különböző kationokat (pl. K^+ , Na^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , esetleg Fe^{3+} stb.) és anionokat (pl. Cl^- , S^{2-} , SO_4^{2-} stb.).

Esővíz: csak a levegőben beleoldódó gázokat (CO_2 , O_2 , N_2 , NH_3 , esetleg SO_2 , NO_2) tartalmaz.

Kemény víz:

- gyakorlati szempontból fontos, befolyásolja felhasználhatóságát,
- ebben:
 - a szappan nem habzik (a szappan anionjaival csapadékot képez),
 - forraláskor vízkő, kazánkő válik ki (pl. autók hűtővizeként nem célszerű használni),
 - a bab főzésekor nem puhul meg benne,
- oka: az édesvízben is előforduló Ca^{2+} és Mg^{2+} -ionok (a legkeményebb vizek a karsztvizek).

A vízkeménység típusai

változó

állandó

- forralással megszüntethető
- okozója:* azok az alkáliföldfém-ionok, amelyekre az oldatban hidrogénkarbonát-ionok jutnak
- *a forralás hatása:*

- forralással nem szüntethető meg,
- *okozója:* az összes többi oldható kalcium- és magnéziumsó (pl. szulfátok, kloridok, nitrátok, stb.)

